

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бреховских Л. М. Волны в слоистых средах. М.: Наука, 1973.
2. Коул Р. Подводные взрывы. М.: Изд-во иностр. лит., 1950.
3. Arons A. B. Underwater explosion shock wave parameters at large distances from the charge.— J. Acoust. Soc. Amer., 1954, v. 26, № 3, p. 343.
4. Weston D. E. Underwater explosions as acoustic sources.— Proc. Phys. Soc., 1960, v. 76, № 488, p. 233–249.
5. Fridman V. E. The region of nonlinear effects for intensive sound pulses in the ocean.— Wave motion, 1979, v. 1, № 4, p. 271–277.
6. Pekeris C. L. Mem. Geol. Soc. America, 1948, № 27, (Русск. перев. в кн.: Распространение звука в океане. М.: Изд-во иностр. лит., 1951, с. 48–157).

Институт прикладной  
физики Академии наук СССР

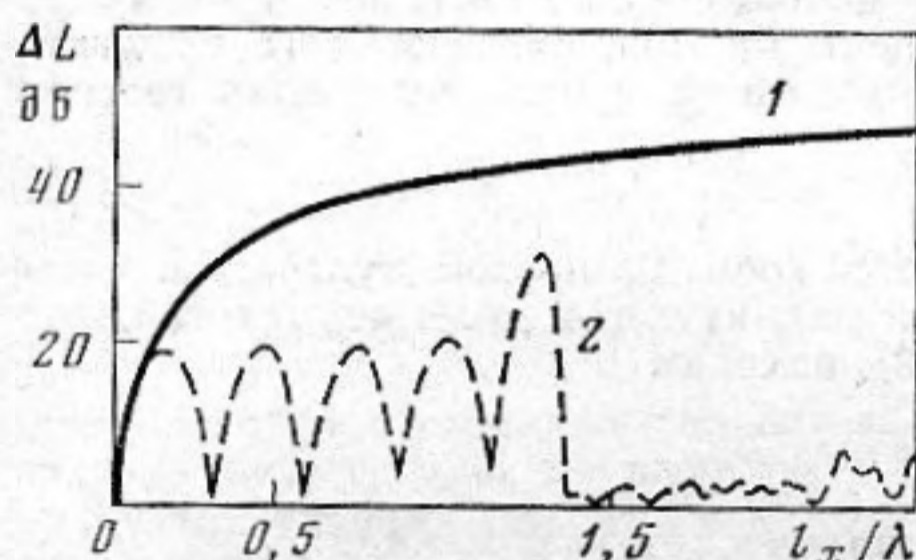
Поступила в редакцию  
31.III.1981

УДК 534.833.522.2:621.643

### СИНТЕЗ КАМЕРНЫХ ГЛУШИТЕЛЕЙ

Старобинский Р. Н.

Расширительные камеры являются наиболее распространенными элементами заглушающих трактов в системах с узкими трубами. В области низких частот они работают как идеальная акустическая емкость и их заглушение (фиг. 1) пропорционально объему камеры ( $V$ ) и частоте [1]. При длинах волн, соизмеримых с геометрическими размерами камеры, передача звука существенно увеличивается



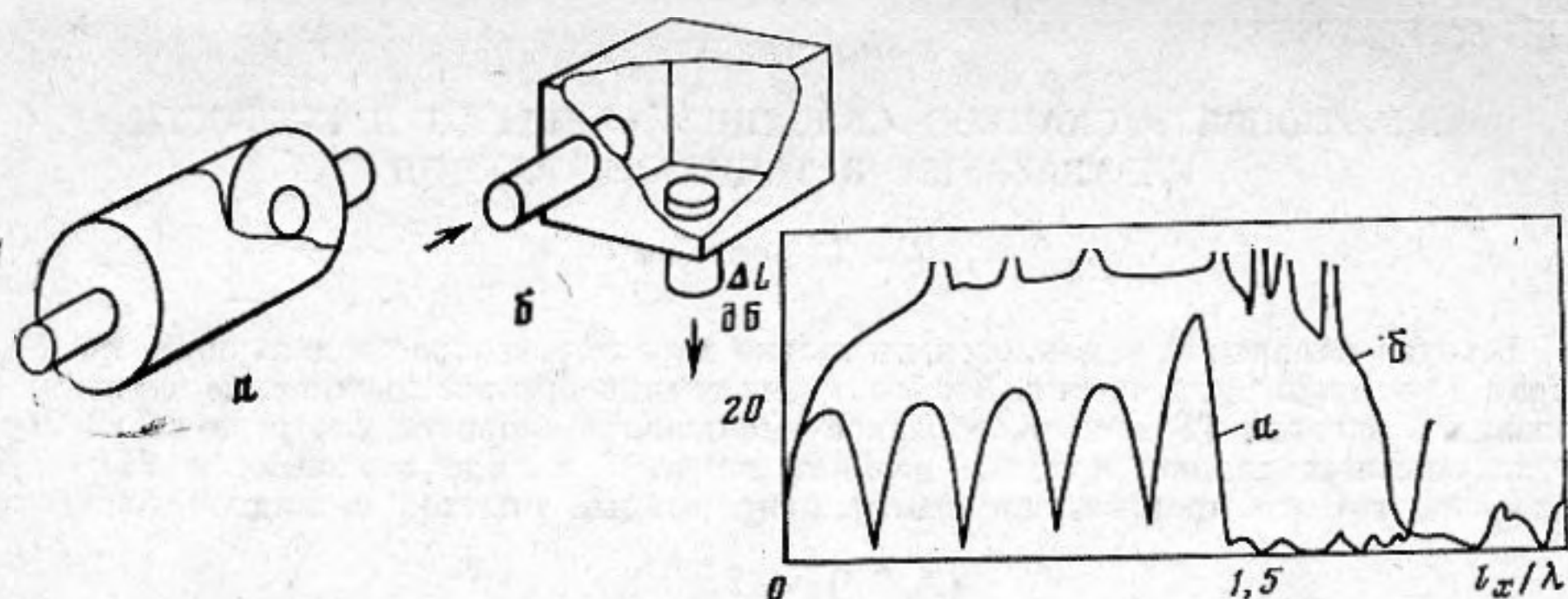
Фиг. 1. Заглушение ( $\Delta L$ ) звука цилиндрической камерой (2), с отношением длины к диаметру  $L/D=2$  (см. фиг. 2), и идеальной акустической емкостью (1), с одинаковыми ( $m_2=31,7$ ) объемными степенями расширения (отношениями квадратов характерного размера камеры  $l_x^2=V^{2/3}$  к среднему геометрическому значению площадей входной и выходной труб)

из-за резонансных явлений [1, 2]. Анализ возможных путей подавления этих явлений и способов увеличения заглушения камер проведен на основе представления передачи звука через камеру суммой передач отдельными собственными формами (модами) колебаний газа в ее объеме [3]. Увеличение заглушений достигается путем избирательного подавления передач низшими модами и расширения за счет этого диапазона частот, в котором характеристики камеры близки к характеристикам идеальной емкости. В областях с невысокой плотностью собственных частот этот метод оказывается чрезвычайно эффективным.

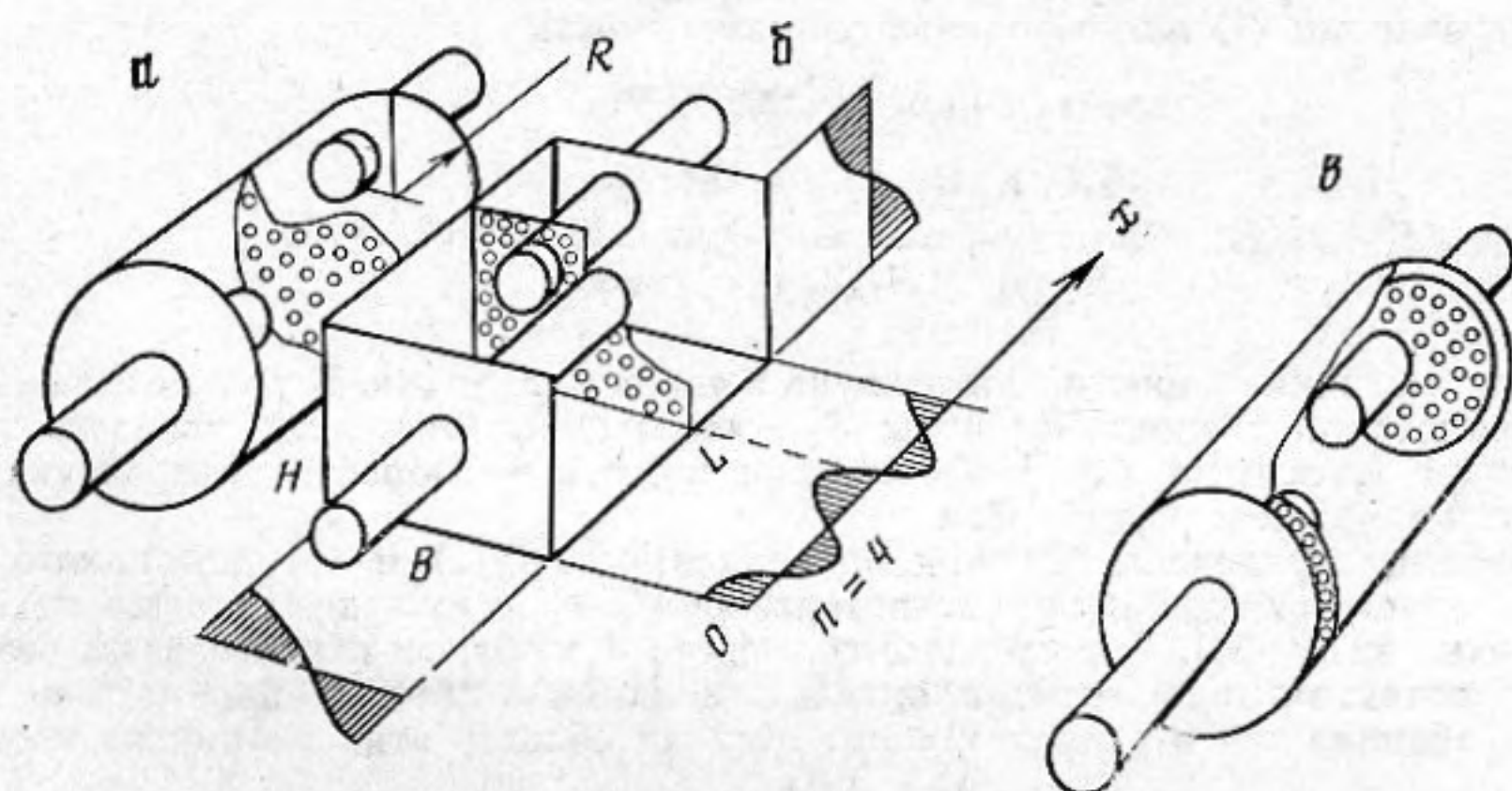
Реализация камер повышенной эффективности достигается следующими способами: увеличением собственных частот первых возбуждаемых мод за счет изменения геометрии камеры; избирательным увеличением декрементов колебаний отдельных мод за счет размещения активных сопрогиблений в узлах давления (пучностях скорости) и активных податливостей в пучностях давления подавляе-

мой моды; уменьшением возбудимости камеры и передачи звука за счет размещения срезов впускной и выпускной труб в узлах давления низших мод. Эффективность последнего способа иллюстрируется фиг. 2, где сравнены заглушения настроенной кубической камеры с внутренними трубами и цилиндрической камеры стандартной конструкции того же объема. Четвертым способом уменьшения передачи звука камерами является взаимная компенсация передач отдельными модами. Размеры камеры подбираются таким образом, чтобы в спектре ее собственных частот были кратные (одинаковые) собственные частоты, соответствующие различным модам. Компенсация достигается подбором расположения срезов впускной и выпускной труб, обеспечивающим сложение давлений на срезе выпускной трубы от мод с кратными собственными частотами с противоположными знаками.

Комплексное использование перечисленных приемов позволяет синтезировать камеры с достаточно широким набором необходимых характеристик заглушения. В качестве примеров на фиг. 3 приведены схемы камер с внутренними трубами и перегородкой (а, б) и с внутренними трубами и резонансной облицовкой торцов (в). Передачи продольными модами ( $\sim \cos n\pi x/L$ ) с индексами  $n=1\div 3$  и  $n=5\div 7$  подавляются в этих камерах расположением срезов в узлах давления перечисленных мод ( $x_1 \approx 0,75L$  и  $x_2 \approx 0,5L$  для камеры б, например). Резонансное возбуждение четвертой ( $n=4$ ) продольной моды подавляется в камерах а и б перегородкой, размещенной в узле давления, в камере в — резонаторами, образованными дырчатыми панелями и



Фиг. 2. Заглушение настроенной кубической камеры с внутренними трубами (б) и цилиндрической камеры (а) того же объема ( $m_{21}=31,7$ )



Фиг. 3. Камеры с внутренними трубами и активными элементами

объемами у торцов. Передачи первыми поперечными модами (вдоль  $Oy$ ,  $Oz$ ) подавляются специальным размещением срезов труб в плоскости поперечного сечения камер (в узлах первых поперечных мод). В камере б, например, срез впускной трубы размещается в геометрическом центре поперечного сечения, срез выпускной — в геометрическом центре одного из квадратов сечения. В камере а с той же целью срез выпускной трубы располагается на расстоянии  $0,63R$  от центра сечения камеры и т. д. Первые полосы пропускания камер а и б, при выборе  $B=H=0,5L$  и  $D=0,56L$  (для камеры а) соответствуют значениям  $l_x/\lambda \approx 2,52$ .

В качестве расчетной модели при проектировании и доводке рассмотренных камер удобно использовать их описание многомерной электрической цепью [4]. Экспериментальная доводка камер выполняется на достаточно простых установках [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Davis D. et al. Theoretical and experimental investigation of mufflers with coments of engine-exhaust muffler desing. NASA, Report 1192, 1954.
2. Шапиро Б. К. О расчете ячеек акустического фильтра, отдельные элементы которых не малы по сравнению с длиной волны.— ЖТФ, 1941, № 5, с. 460—473.
3. Старобинский Р. Н. Методы теории цепей в задачах внутренней акустики машин.— В кн.: Шум реактивных двигателей: Тр. ЦИАМ № 901. М., 1980, с. 181—210.
4. Старобинский Р. Н. Расчет камерных глушителей. Деп. рук. ГОСИНТИ, рег. № 100—79. Реф. в РЖ Деп. рук., 1980, № 3.
5. Кирюшкин Ю. Ф., Старобинский Р. Н. Экспериментальное исследование камерных глушителей.— В кн.: ЭИ Организация автомобильного производства. Тольятти, 1978, № 11, с. 41—46.

Тольяттинский политехнический институт

Поступила в редакцию 6.VII.1981